

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-219675

(43)Date of publication of application : 19.08.1997

(51)Int.Cl.

H04B 7/12

H04B 7/26

H04B 17/00

(21)Application number : 08-026946

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 14.02.1996

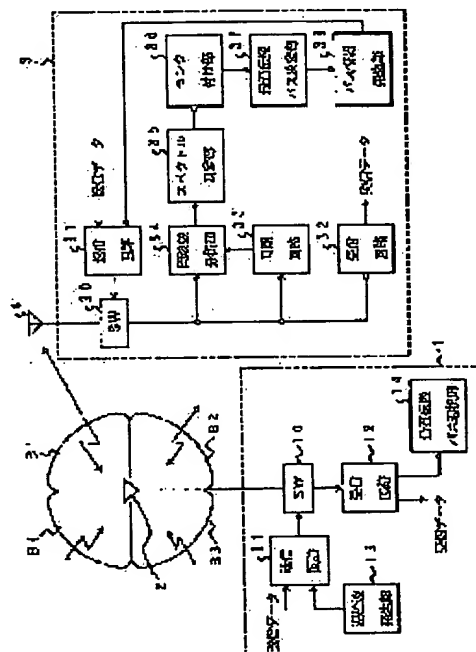
(72)Inventor : SATO KAZUMI  
NAMEKATA MINORU

## (54) PROPAGATION PATH SELECTING METHOD IN RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optimum path selecting method exactly selecting the optimum propagation path between a base station in which a base station antenna is composed of plural directional antennas and a terminal in a short time.

**SOLUTION:** This system performs communication between at least a base station 1 having plural directivity antennas and plural radio terminals 3. At this time, an optimum propagation path is selected by simultaneously transmitting known signal series composed of continuous waves of different frequencies from the base station 1 to the terminals 3 via the plural directivity antennas, performing frequency analyses 34 for the known signal series received by the terminals 3, performing the quality measurements 35 for the plural propagation paths from each frequency spectrum, performing the rankings 36 for the plural propagation paths based on these measurements and determining 37 the optimum propagation path based on these ranking results.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-219675

(43) 公開日 平成9年(1997) 8月19日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 7/12  
7/26  
17/00

H 0 4 B 7/12  
17/00  
7/26

B  
D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平8-26946

(22) 出願日

平成8年(1996) 2月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 佐藤 一美

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 行方 稔

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

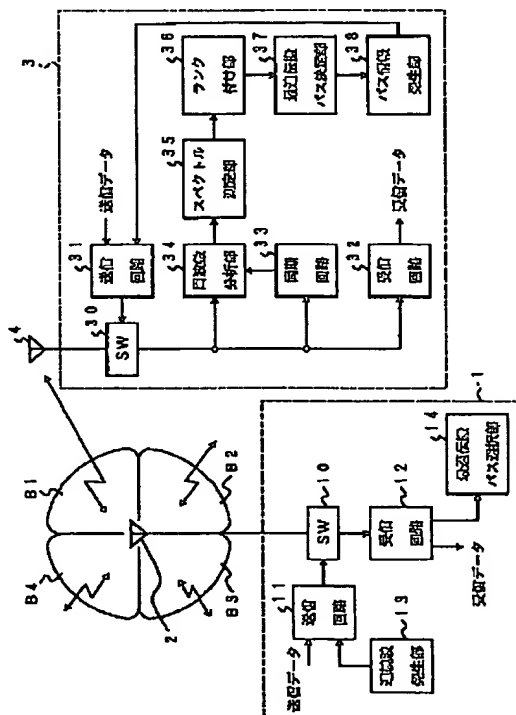
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおける伝搬パス選択方法

(57) 【要約】

【課題】 基地局アンテナが複数の指向性アンテナにより構成される基地局と端末間の最適な伝搬パスを短時間で正確に選択する最適パス選択方法を提供する。

【解決手段】 複数の基地局用指向性アンテナを有する少なくとも基地局1と複数の無線端末3との間で通信を行う無線通信システムにおいて、基地局1から複数の指向性アンテナを介して同時に周波数の異なる連続波からなる既知信号系列を端末3に送信し、端末3で受信した既知信号系列を周波数分析して各周波数スペクトルから複数の伝搬パスの品質測定を行い、この測定結果に基づき複数の伝搬パスのランク付けを行い、このランク付けの結果に基づき最適伝搬パスを決定することにより、最適伝搬パスを選択する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】複数の基地局用指向性アンテナを有する少なくとも一つの基地局と少なくとも一つの端末用アンテナを有する複数の無線端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて前記複数の基地局用指向性アンテナと前記端末間の複数の伝搬パスの中から最適伝搬パスを選択する方法であって、

前記基地局から前記複数の指向性アンテナを介して同時に周波数の異なる既知信号系列を前記端末に送信し、前記端末で受信した前記既知信号系列を周波数分析して各周波数スペクトルから前記複数の伝搬パスの品質測定を行い、

この測定結果に基づき前記複数の伝搬パスのランク付けを行い、

このランク付けの結果に基づき前記最適伝搬パスを決定することを特徴とする無線通信システムにおける伝搬パス選択方法。

【請求項2】複数の基地局用指向性アンテナを有する少なくとも一つの基地局と複数の端末用指向性アンテナをそれぞれ有する複数の無線端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて前記複数の基地局用指向性アンテナと前記複数の端末用指向性アンテナ間の複数の伝搬パスの中から最適伝搬パスを選択する方法であって、前記基地局から前記複数の基地局用指向性アンテナを介して同時に周波数の異なる既知信号系列を前記端末に送信し、

前記端末で前記複数の端末用指向性アンテナを介してそれぞれ受信した前記既知信号系列を周波数分析して各周波数スペクトルから前記複数の伝搬パスの品質測定を行い、

この測定結果に基づき前記複数の伝搬パスについてランク付けを行い、

このランク付けの結果に基づき前記最適伝搬パスを決定することを特徴とする無線通信システムにおける伝搬パス選択方法。

【請求項3】前記複数の既知信号系列は周波数の異なる複数の連続波であり、前記複数の基地局用指向性アンテナから該既知信号系列として送信される複数の連続波の周波数間隔は、前記既知信号系列の送信継続時間の逆数より大きく、かつ前記複数の伝搬パスの伝搬遅延時間差の逆数よりも十分に小さな値に設定されることを特徴とする請求項1または2に記載の無線通信システムにおける最適伝搬パス選択方法。

【請求項4】前記複数の既知信号系列は周波数の異なる複数の連続波であり、前記周波数分析は高速フーリエ変換窓の大きさが前記複数の連続波の周波数間隔の逆数に設定された高速フーリエ変換によって行うことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の無線通信システムにおける最適伝搬パス選択方法。

【請求項5】前記複数の既知信号系列は周波数の異なる

複数の連続波であり、これらの連続波の周波数は前記通信に用いるキャリア周波数と等しいかまたはキャリア周波数に近いことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の無線通信システムにおける最適伝搬パス選択方法。

【請求項6】前記基地局から前記端末への前記既知信号系列の送信と前記複数の伝搬パスの品質測定およびランク付けを全ての伝搬パスに対して複数回ずつ繰り返し行った後に前記最適伝搬パスを決定することを特徴とする請求項1または2に記載の無線通信システムにおける最適伝搬パス選択方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の指向性アンテナを有する基地局と単一のアンテナまたは複数の指向性アンテナをそれぞれ有する複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおける伝搬パス選択方法、すなわち伝搬パスから受ける歪みの影響を最小にとどめるために基地局と端末間の多数の伝搬パスの中から最適な伝搬パスを選択する方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】角度変調方式を用いたセルラー無線通信システムにおいて高いビットレートで通信を行う場合、マルチパス干渉によって通信品質が大きく劣化するという問題がある。マルチパス干渉とは、送信された信号が反射物体での信号反射により複数の伝搬パスを通して受信機に到達するために生じる干渉である。すなわち、異なる伝搬パスを通った到着時刻に時間的ずれが生じている各受信信号の位相の関係が同相となるか逆相となるかによって、信号が強め合ったり弱め合ったりする現象である。

【0003】従来、マルチパス干渉を低減する方法がいくつか考えられている。一つは、適応自動等化器を用いる方法である。適応自動等化器は、伝送路のインパルス応答を反転させた伝達特性を持つフィルタを構成し、伝搬パスで歪んだ信号波形から元の波形を再生する装置である。このようなフィルタは、例えばタップ付き遅延線と、各タップの出力または入力に与えるタップゲインを調整する重み付け器などにより構成されるトランスバーサルフィルタによって実現できる。しかし、このようなフィルタは高度なデジタル信号処理技術を必要とし、回路規模が大きくなってしまうため、移動端末、携帯端末などの小型・軽量化および低消費電力が要求される無線端末に搭載することは難しい。

【0004】マルチパス干渉を低減するためのもう一つの方法として、スペクトル拡散技術を用いる方法が考えられている。スペクトル拡散通信方式では、送信機で二段階に分けて変調が行われる。一次変調では通常の狭帯域伝送で用いられる変調信号が作られ、二次変調では疑似ランダム雑音と呼ばれる符号系列が一次変調信号に掛

け合わされ、帯域が広げられる。そして、受信機では二次変調に用いられた疑似ランダム雑音系列と同一の符号系列を掛け合わせるにより、干渉成分を取り除き、二次変調前の信号を取り出す。しかし、この方式は伝送帯域が広がってしまい、周波数の利用効率が低下するという問題がある。

【0005】このような適応自動等化器やスペクトル拡散技術を用いずにマルチパス干渉を低減するために、基地局および端末のアンテナを複数の指向性アンテナで構成し、最も良好な通信品質を与える最適なアンテナの組合せに対応した最適な伝搬パスを選択する機能を持つ無線通信システムが提案されている。このシステムでは、基地局からの送信信号の一部分に既知信号系列を割り当てる。最適なアンテナの組み合わせの選択は、以下の手順で行われる。

【0006】まず、基地局から指向性アンテナのうちの一つのアンテナを用いて既知信号系列を送信し、端末では同期をとった後、端末の複数の指向性アンテナの中の一つのアンテナで受信した既知信号系列の品質を測定することにより、両アンテナの組み合わせによる伝搬パスのランクを登録する。次に、端末の既知信号系列を受信するアンテナは固定したまま、基地局のアンテナを別のアンテナに切替えて同様に伝搬パスのランクを登録する。基地局の全ての指向性アンテナについて、端末の一つのアンテナとの組み合わせに対応した伝搬パスのランクを登録すると、今度は端末のアンテナを切替えて同様の動作を行う。

【0007】こうして基地局と端末の全てのアンテナの組み合わせについて伝搬パスのランクを決定し、最もランクの高い伝搬パスに対応するアンテナの組合せをデータ通信用のアンテナとして選択する。すなわち、端末では最もランクの高い伝搬パスが決定すると、どの指向性アンテナが選ばれたかを基地局に伝え、これに基づいて基地局は選択されたアンテナを使って端末との間でデータの送受信を行う。この方法によると、複数の指向性アンテナを用い、無線送受信部に比較的簡単な回路を付加するだけで、しかも通信時の周波数利用効率を低下させることなく、マルチパスの影響を緩和することができる。

【0008】また、このような無線通信システムにおいて伝搬パスのランクを決定する方法として、全ての伝搬パスについて複数回ずつ品質を測定する方法が提案されている。複数回測定した結果を用いて伝搬パスを選択すると、人の通過などによって一時的に伝搬環境が変動することがあっても、最適な伝搬パスの選択に与える影響が少なくなる。

【0009】しかしながら、この従来の最適伝搬パス選択方法では、基地局および端末にそれぞれ設けられた複数の指向性アンテナを時間的に切替えて、端末および基地局の全てのアンテナの組み合わせについて伝搬パスの

品質を測定するため、測定回数や測定時間は使用する指向性アンテナの数に比例して大きくなる。すなわち、基地局の指向性アンテナの数を $a$ 、端末の指向性アンテナの数を $b$ とすれば、伝搬パスは基本的に $a \times b$ 個存在することになるが、従来の方法ではこれと同じ回数だけの測定を行わなければならない。従って、アンテナの数が多くなると全ての伝搬パスの品質を測定するまでに非常に時間が掛かる上に、各測定で時刻が異なるために、伝搬パスの品質が変化してしまい、必ずしも最適な伝搬パスを選択することができなくなる。また、伝搬パス中での人や移動体の通過による伝搬環境の変動に対して最適伝搬パスの選択の信頼性を高めるために、それぞれの伝搬パスについて複数回ずつ品質の測定を行うと、さらに長い時間が必要となってしまう。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、端末および基地局の複数の指向性アンテナを時間的に切替えて全てのアンテナの組み合わせについて伝搬パスの品質を測定し、それに基づいて最適な伝搬パスを選択する方法では、使用する指向性アンテナの数が多くなると全ての伝搬パスの品質を測定するまでに長い時間を要すると共に、測定時刻が異なるために品質が変化してしまうため、必ずしも最適に伝搬パスを選択することができず、また選択する伝搬パスの信頼性を高めるために各伝搬パスについて複数回ずつ品質の測定を行うと、さらに長い時間が必要となってしまうという問題があった。

【0011】本発明は、少なくとも基地局アンテナが複数の指向性アンテナにより構成される基地局と端末間の最適な伝搬パスを短時間で正確に選択できる無線通信システムにおける最適パス選択方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明は複数の基地局用指向性アンテナを有する少なくとも一つの基地局と少なくとも一つの端末用アンテナを有する複数の無線端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、複数の基地局用指向性アンテナと端末間の複数の伝搬パスの中から最適伝搬パスを選択する際、(a) 基地局から複数の指向性アンテナを介して同時に周波数の異なる既知信号系列を端末に送信し、(b) 端末で受信した既知信号系列を周波数分析して各周波数スペクトルから複数の伝搬パスの品質測定を行い、(c) この測定結果に基づき複数の伝搬パスのランク付けを行い、(d) このランク付けの結果に基づき最適伝搬パスを決定することを特徴とする。

【0013】この方法によると、基本的には複数の基地局用指向性アンテナから同時に一回だけ周波数の異なる既知信号系列を送信することにより、全ての伝搬パスの品質測定およびそれに基づくランク付けが可能となるため、最適伝搬パスの選択に要する時間は大幅に短縮され

る。

【0014】また、本発明は複数の基地局用指向性アンテナを有する少なくとも一つの基地局と複数の端末用指向性アンテナをそれぞれ有する複数の無線端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、複数の基地局用指向性アンテナと複数の端末用指向性アンテナ間の複数の伝搬パスの中から最適伝搬パスを選択するために、(a) 基地局から複数の基地局用指向性アンテナを介して同時に周波数の異なる既知信号系列を端末に送信し、(b) 端末で複数の端末用指向性アンテナを介してそれぞれ受信した既知信号系列を周波数分析して各周波数スペクトルから複数の伝搬パスの品質測定を行い、(c) この測定結果に基づき前記複数の伝搬パスについてランク付けを行い、(d) このランク付けの結果に基づき最適伝搬パスを決定することを特徴とする。

【0015】このように基地局が複数の指向性アンテナを有し、さらに端末が複数の指向性アンテナを有するシステムにおいては、端末用指向性アンテナを一個ずつ切り替えて伝搬パスの測定を行う場合でも、端末用指向性アンテナの数に相当する回数だけ複数の基地局用指向性アンテナからの既知信号系列の同時送信を行うことによって全ての伝搬パスの品質測定およびそれに基づくランク付けが可能となり、最適伝搬パスの選択に要する時間は大幅に短縮される。

【0016】また、各々の端末用指向性アンテナが受信した既知信号系列に対する伝搬パスの品質測定およびそれに基づくランク付けの処理を並行して行えば、複数の基地局用指向性アンテナからの既知信号系列の同時送信は基本的に一回だけでよいことになり、最適伝搬パスの選択に要する時間はさらに短縮される。

【0017】複数の基地局用指向性アンテナから同時に送信される複数の既知信号系列は、周波数の異なる複数の連続波、すなわち高調波成分を余り含まない正弦波状の信号であることが望ましい。そして、複数の連続波の周波数間隔は、既知信号系列の送信継続時間の逆数より大きく、かつ複数の伝搬パスの伝搬遅延時間差の逆数よりも十分に小さな値に設定されることが望ましい。

【0018】このように既知信号系列である複数の連続波の周波数間隔を設定することにより、複数の伝搬パスの距離差によって生じる伝搬遅延時間差の影響や、周波数の違いによって生じる各伝搬パスの歪み量の差の影響を受けることなく伝搬パスの品質を正しく測定することが可能となり、結果的に最適伝搬パスの選択の信頼性が向上する。

【0019】周波数の異なる連続波からなる複数の既知信号系列の周波数分析は、高速の処理が可能な高速フーリエ変換により行うことが好ましい。この場合、高速フーリエ変換における高速フーリエ変換窓の大きさが複数の連続波の周波数間隔の逆数に設定することにより、各々の基地局用指向性から送信される各連続波の高速フー

リエ変換後の直交性が保たれ、伝搬パスの品質測定をより正確に行うことが可能となる。

【0020】複数の既知信号系列である各連続波の周波数は、通信に用いるキャリア周波数と等しいかまたはキャリア周波数に近いことが望ましい。このようにすることにより、データの通信周波数帯における伝搬パスの品質測定が可能となり、これに基づき伝搬パスを決定することによって、実際のデータ通信時における通信品質を効果的に高めることができる。

【0021】複数の伝搬パスの品質測定は、端末で受信した既知信号系列の各周波数スペクトルの電力を測定するか、または各周波数スペクトルの歪みを測定することにより行われる。周波数スペクトルの電力を測定する方法によれば、簡単な回路構成によって伝搬パスの品質を簡易に測定でき、また歪みを測定する方法によれば、伝搬パスの品質をより精度よく測定できる。

【0022】本発明においては、基地局から端末への既知信号系列の送信と複数の伝搬パスの品質測定およびランク付けを全ての伝搬パスに対して複数回ずつ繰り返した後に最適伝搬パスを決定するようにしてもよい。これにより伝搬環境に変動による伝搬パスの品質測定の影響が軽減され、最適伝搬パスの選択の信頼性が向上する。この場合、既知信号系列の送信は伝搬パスの品質測定の回数だけ行えばよく、従来の複数回の測定を行う方法に比較して測定に要する時間を大きく短縮できる。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

(第1の実施形態) 図1は、本発明の一実施形態に係る無線通信システムを示す図である。この無線通信システムは、少なくとも一つの無線基地局（以下、基地局という）1と、複数の無線端末（以下、端末という）3で構成されている。基地局1は、複数の狭指向性ビームB1、B2、B3、B4をそれぞれ形成する図2に示す複数の指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4で構成される基地局アンテナ2を有する。以下、指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4を基地局用指向性アンテナという。基地局1は、後述するように各基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4を介して同時に周波数の異なる既知信号系列を送信することが可能に構成されている。

【0024】基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4は、それぞれの狭指向性ビームB1、B2、B3、B4が全体として、基地局1の通信サービスエリア内の360°の全方向をカバーできるように配置されている。なお、ここでは狭指向性ビームの数、つまり基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4の数を4としたが、これらの数は特に4個に限定されないことはいうまでもない。一方、端末3は無指向性の端末アンテナ4を有する。

【0025】基地局1は、送受信の切り替えのためのスイッチ10、送信回路11、受信回路12といった端末3との間の通常の通信（データの送受信）のための構成要素に加えて、最適伝搬パス選択のための構成要素として、既知信号系列である連続波を発生する連続波発生部13および最適伝搬パス選択部14を有する。

【0026】連続波発生部13は、基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4にそれぞれ供給する異なる周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ の連続波を発生する回路である。ここで、連続波とは典型的には正弦波であり、主に基本波成分にエネルギーが集中し、高調波成分をあまり含まない交流信号をいう。最適伝搬パス選択部14は、端末3から後述のように送信されるパス情報から最適伝搬パス、すなわち端末3との通信に基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4のうちの通信に使用するアンテナを選択するものである。

【0027】図2(a)は、連続波発生部13の構成例であり、周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ でそれぞれ発振する複数の発振器41、42、43、44によって構成される。

【0028】図2(b)は、連続波発生部13の他の構成例であり、周波数差 $3\Delta f$ 、 $2\Delta f$ 、 $\Delta f$ 、0の信号を発生する周波数シンセサイザ50と、4つの乗算器51、52、53、54と、周波数 $f_0$ の連続波を発振する発振器55および4つのフィルタ56、57、58、59からなる。乗算器51、52、53、54では、周波数差 $3\Delta f$ 、 $2\Delta f$ 、 $\Delta f$ 、0の信号と発振器55からの周波数 $f_0$ の連続波とがそれぞれ掛け合わされ、 $f_0 \pm 3\Delta f$ 、 $f_0 \pm 2\Delta f$ 、 $f_0 \pm \Delta f$ 、 $f_0$ の周波数の連続波がそれぞれ生成される。乗算器51、52、53、54の出力はフィルタ56、57、58、59をそれぞれ通過することにより不要成分が除去された後、基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4にそれぞれ供給される。

【0029】乗算器51、52、53、54の出力には、一般的に $f_0 \pm n\Delta f$  ( $n=0, \dots, 3$ )のほか、周波数シンセサイザ50および発振器55から入力される $\pm n\Delta f$ および $f_0$ の単独の周波数成分も含まれている。フィルタ56、57、58、59は、これらの不要な周波数成分を除去し、 $f_0 \pm n\Delta f$ 、または $f_0 + n\Delta f$ 、あるいは $f_0 - n\Delta f$ の周波数成分のみを周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ の連続波として取り出し、基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4にそれぞれ供給する。

【0030】一方、無線端末3は送受信の切り替えのためのスイッチ30、送信回路31、受信回路32といった基地局1との間の通常の通信（データの送受信）のための構成要素に加えて、最適伝搬パス選択のための構成要素として、同期回路33、周波数分析部34、スペクトル測定部35、ランク付け部36、最適伝搬パス決定

部37およびパス情報発生部38を有する。

【0031】同期回路33は、基地局1から送信されてくる既知信号系列である連続波に対して、この連続波の周波数分析のタイミングを同期させる回路である。周波数分析部34は、連続波の周波数スペクトルを分析して周波数スペクトル信号を出力する回路であり、例えば高速フーリエ変換器により構成される。スペクトル測定部35は、周波数スペクトル信号の受信電力などを測定するものである。このスペクトル測定によって、伝搬パスの品質を測定することができる。ランク付け部36は、測定されたスペクトル信号のランク付けを行うものである。最適伝搬パス決定部37は、このランク付け部36のランク付け結果に基づいて最適伝搬パス、すなわち基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4のうち端末3との通信に最適なアンテナに対応する伝搬パスを決定する。パス情報発生部38は、こうして決定された最適伝搬パスを示す情報、言い換えれば基地局アンテナ2を構成する4つの基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4のうちの端末3との通信に最適なアンテナを示す情報を発生して、送信回路31に送出する。

【0032】図3は、周波数分析部34の構成例であり、入力される連続波を離散的な並列信号に変換する直列/並列変換器71と、この並列信号を入力として離散的な周波数スペクトル信号に変換する高速フーリエ変換器72と、この周波数スペクトル信号を直列信号に変換する並列/直列変換器73からなる。なお、周波数分析部34の後段のスペクトル測定部35が並列処理するものであれば、並列/直列変換器73は不要であり、高速フーリエ変換器72からの周波数スペクトル信号をそのまま周波数分析部34の出力とすればよい。

【0033】次に、図4に示すフローチャートを用いて本実施形態における最適伝搬パス選択の概略的な手順を説明する。なお、図4は前述のように端末アンテナ4として単独の無指向性アンテナを用い、かつ最適伝搬パスの決定に過去の伝搬パスの品質の測定結果を用いない場合の例である。

【0034】まず、基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4と端末アンテナ4の間の伝搬パスの品質を測定する測定フィールドの開始時刻になると、全ての基地局用指向性アンテナ2-1、2-2、2-3、2-4から、同時に異なる周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ の連続波が送信される（ステップS101）。

【0035】こうして送信された周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ の連続波は、それぞれ固有の伝搬パスを通過して端末アンテナ4に到達し、受信される。端末アンテナ4で受信された連続波は、端末3内でスイッチ30を介して同期回路33に入力され、測定フィールドの開始時刻と同期がとられる（ステップS102）。すなわち、同期回路33は同期信号を周波数分析部34に供給し、こ

れを受けた周波数分析部34では、スイッチ30を介して入力される連続波について高速フーリエ変換を行い、時間軸上の信号である連続波の信号を周波数スペクトル信号に変換する(ステップS103)。この周波数スペクトル信号はスペクトル測定部35に入力され、スペクトル測定が行われる(ステップS104)。このスペクトル測定結果はランク付け部36に入力され、ランク付け部36はスペクトル測定結果に基づいて基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末アンテナ4の間の伝搬パスの品質(端末3から見た場合は、受信品質)ランク付けを行い、ランク、つまり各伝搬パスの品質の程度を示すランク情報を最適伝搬パス決定部37へ渡す(ステップS105)。最適伝搬パス決定部37は、入力された各伝搬パスのランク情報について比較を行い、最もランクの高い、すなわち最も品質の高い伝搬パスを最適伝搬パスとして決定する(ステップS106)。そして、パス情報発生部38から最適伝搬パスを示すパス情報が発生され、送受信回路31およびスイッチ30を経て、端末アンテナ4から基地局1に向けて送信される。

【0036】基地局1では、基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4のいずれか、または別途用意された無指向性アンテナを介して端末3からのパス情報を受信し(ステップS108)、このパス情報に基づき最適伝搬パスを選択する(ステップS109)。すなわち、ステップS109では基地局アンテナ2の4つの基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4のうち最適伝搬パスに対応する一つを端末3との通信用のアンテナとして選択する。

【0037】このように本実施形態では、基地局1から複数の基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4を介して周波数の異なる連続波からなる既知信号系列を同時に送信し、端末3側で受信した既知信号系列を周波数分析して各周波数スペクトルを測定することで各伝搬パスの品質を測定し、さらに各伝搬パスのランク付けを行うことで最適伝搬パスを決定し選択することによって、基地局1からの一回の既知信号系列の送信で最適伝搬パスの選択が可能である。

【0038】次に、本実施形態における種々の好ましい条件について述べる。まず、図5および図6を用いて測定フィールドの継続時間と、基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4からそれぞれ送信される連続波の周波数間隔との関係を説明する。図5に示すように、基地局1は送信時間の一部を測定フィールドとして、この測定フィールドの期間に既知信号系列である連続波 $S_r$ を送信する。端末3では、この連続波 $S_r$ を受信して最適伝搬パスの決定を行い、さらに最適伝搬パスを示すパス情報を基地局1に送信する。これに基づき、基地局1で最適伝搬パスの選択が行われる。図5中に示す連続波 $S_r$ は、測定フィールドの継続時間 $\tau$ の間、基

地局1の全ての基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4から同時に送信される周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ の連続波の合成を表している。

【0039】一方、図6は横軸に周波数を取り、縦軸に図5の測定フィールドで送信される連続波 $S_r$ の受信電力をとった周波数スペクトルを示す図である。基地局1は、測定フィールド継続時間中に異なる周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ の連続波を各基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4から同時に送信する。ここで、図6に示すように隣り合う周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ の周波数間隔を全て等しく $\Delta f$ とし、この周波数間隔 $\Delta f$ を測定フィールド継続時間 $\tau$ の逆数より大きくするように、つまり $\Delta f > 1/\tau$ の關係に設定すると、中心周波数が $f_1$ の連続波のスペクトル $S_1$ は周波数 $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ 上で0、中心周波数が $f_2$ の連続波のスペクトル $S_2$ は周波数 $f_1$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ 上で0、中心周波数が $f_3$ の連続波のスペクトル $S_3$ は周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_4$ 上で0、中心周波数が $f_4$ の連続波のスペクトル $S_4$ は周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ 上で0となるようにすることが可能となる。

【0040】すなわち、周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ 上では、他の基地局用指向性アンテナからの連続波の受信電力スペクトルが全て0になり、周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ 上で他の基地局用指向性アンテナを介して送信される連続波の干渉の影響を全く受けない状態にすることが可能となる。これにより、周波数の異なる複数の連続波の同時送信による伝搬パスの品質測定が可能となる。

【0041】次に、図7は基地局1から送信される周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ の連続波が各々の伝搬パスの距離差によって端末3へ到着する時刻に差が生じている場合の端末3の受信信号波形を示している。周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ の連続波 $CW_1$ ,  $CW_2$ ,  $CW_3$ ,  $CW_4$ の測定フィールドの継続時間は全て $\tau$ であり、連続波 $CW_1$ ,  $CW_2$ ,  $CW_3$ ,  $CW_4$ を送信した基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末3との距離差によって到着時刻に差が生じている。

【0042】ここで、前述のように $\Delta f > 1/\tau$ に設定すると、つまり $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ の周波数差 $\Delta f$ を測定フィールドの継続時間 $\tau$ の逆数より大きくすると、全ての連続波 $CW_1$ ,  $CW_2$ ,  $CW_3$ ,  $CW_4$ の測定フィールド継続時間の中に周波数分析部34での周波数スペクトル変換の動作時間 $\tau_f$ が含まれるようにすれば、測定フィールドが端末3への連続波 $CW_1$ ,  $CW_2$ ,  $CW_3$ ,  $CW_4$ の到着時間差の影響を受けずに済む。なお、周波数の利用効率を上げるためには、測定フィールドの継続時間 $\tau$ を長めに設定すれば良い。

【0043】図8は、基地局1と端末3間の伝搬遅延と周波数軸上の歪みとの關係を表している。基地局1のあ



る一つの基地局用指向性アンテナ2-i ( $i=1, 2, 3, 4$ )と端末アンテナ3との間に複数の伝搬パスが存在する場合、図8に示すように伝搬パスの距離差による端末3への連続波の到着時刻差(伝搬遅延時間差)を $\tau_m$ とすると、周波数軸 $f$ 上に周期 $1/\tau_m$ でスペクトルの大きさと位相が変動する周波数選択性フェージングFが生じる。

【0044】このような周波数選択性フェージングFの存在下では、通信に用いる周波数によって歪みの量が異なる。この結果、周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の連続波の端末3での受信電力スペクトル $P_1, P_2, P_3, P_4$ の大きさを比較すると、周波数によってスペクトルの減衰量が異なることが分かる。

【0045】図8では、例えば周波数 $f_1$ と $f_4$ のように基地局1から送信される連続波の周波数が離れている場合、スペクトルの減衰量が大きく異なり、基地局1の基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4のどれを使用するかで決まる伝搬パスの品質は、基地局1から送信される連続波の周波数によって大きく異なってしまふことが分かる。

【0046】そこで、本実施形態では測定フィールドにおいて送信される各連続波の周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の周波数間隔 $\Delta f$ を各伝搬パスの伝搬遅延時間差の逆数 $1/\tau_m$ よりも十分に小さな値に設定する。このように $\Delta f < 1/\tau_m$ にすると、 $f_1, f_2, f_3, f_4$ のうちのどの周波数の連続波を送信した場合でも、伝搬パスで受ける歪みはほぼ等しくなる。

【0047】従って、この周波数間隔 $\Delta f$ を基地局アンテナ2と端末アンテナ4との間に存在する全てのマルチパスの伝搬遅延時間差よりも十分に小さな値に設定すれば、このような伝搬遅延時間差の影響を受けることなく伝搬パスの品質を正しく測定することができ、伝搬パスの品質の比較を的確に行うことが可能となる。この結果、最も品質の高い最適伝搬パスを確実に決定することができる。

【0048】次に、スペクトル測定部35について説明する。図9は、端末3で受信される基地局1からの周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の連続波の受信電力スペクトル $P_1, P_2, P_3, P_4$ を表している。スペクトル測定部35は、これらの受信電力スペクトル $P_1, P_2, P_3, P_4$ の大きさ、すなわち電力 $E_1, E_2, E_3, E_4$ を測定することによって各伝搬パスの品質を測定し、その測定結果をランク付け部36に与える。

【0049】図10は、端末3で受信される基地局1からの周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の連続波の受信電力スペクトル $P_1, P_2, P_3, P_4$ を周波数軸 $f$ と実軸Iおよび虚軸Qで表される座標軸上で表現したものである。この場合、スペクトル測定部35では受信電力スペクトル $P_1, P_2, P_3, P_4$ のスペクトルの大きさ $E_1, E_2, E_3, E_4$ と、基地局1の送信時の連続波の

位相に対する位相ずれ $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ からスペクトルの歪みを測定することによって、各伝搬パスの品質を測定し、その測定結果をランク付け部35に与えてもよい。

【0050】このようにスペクトル測定部35は、スペクトルの大きさ(電力)のみを測定してもよいし、スペクトルの大きさに加えて送信信号の位相に対するスペクトルの位相ずれを測定することでスペクトルの歪みを測定してもよい。前者によるとスペクトル測定部35に簡単な回路を用いて伝搬パスの品質を簡易に測定することができ、また後者によれば伝搬パスの品質をより精度よく測定できる。

【0051】次に、データの通信に用いるキャリア周波数と、最適伝搬パス選択のための既知信号系列である連続波の周波数の関係について説明する。図11は、キャリア周波数と連続波の周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の関係を示したものである。データ信号の電力スペクトルPdは、キャリア周波数 $f_c$ を中心に周波数軸 $f$ 上に広がっている。周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の連続波の電力スペクトルは、 $P_1, P_2, P_3, P_4$ で表すことができる。マルチパスによるスペクトルの歪み、すなわち周波数選択性フェージングFが存在する場合、電力スペクトルの歪みの大きさは周波数によって異なる。また、データの通信に用いるキャリア周波数とそれ以外の周波数とでは、マルチパスによる周波数選択性フェージングFの大きさが異なる場合がある。

【0052】従って、データ通信時の最適伝搬パスを決定するためには、最適伝搬パスの選択に用いる連続波の周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ をキャリア周波数 $f_c$ と等しいか、あるいは $f_c$ に近い周波数に設定することが望ましい。このようにすることで、実際の通信周波数帯での伝搬パスの品質測定が可能となり、これに基づいて最適伝搬パスを決定することによって高い通信品質を得ることができる。

【0053】次に、測定フィールドと図3における高速フーリエ変換器72における高速フーリエ変換窓(FFT窓)との関係について説明する。図12は、この測定フィールド11と高速フーリエ変換窓112との関係を示す図である。先に説明したように、既知信号系列である連続波の周波数間隔 $\Delta f$ は、測定フィールド111の継続時間 $\tau$ の逆数より大きくなるように設定されている。従って、高速フーリエ変換窓112の大きさを周波数間隔 $\Delta f$ の逆数 $1/\Delta f$ に等しくなるように設定すると、高速フーリエ変換窓112の大きさは測定フィールド継続時間 $\tau$ 以下となる。従って、高速フーリエ変換の開始時刻を適当に調節すれば、基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4から送信された連続波の端末3への到着時刻差(伝搬遅延時間差)の影響を取り除くことが可能となる。

【0054】また、高速フーリエ変換窓112の大きさ

が $1/\Delta f$ であれば、端末3が受信した連続波の高速フーリエ変換後の各周波数スペクトルの直交性が保たれる。高速フーリエ変換後のスペクトル $S_1, S_2, S_3, S_4$ は、周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ 上では直交性が保たれ、周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の各連続波が互いに干渉することはない。従って、ここで説明したように高速フーリエ変換窓112の大きさを周波数間隔 $\Delta f$ の逆数に等しくなるように設定すれば、連続波の干渉がないため、伝搬パスの品質をより正しく測定することができる。

【0055】なお、基地局1および端末3の構成は図1に限定されるものではなく、例えば端末3の内部に設けられた最適伝搬パス決定までの処理のための要素、例えばスペクトル測定部35、ランク付け部36、最適伝搬パス決定部37およびパス情報発生部38の機能を基地局1内に持たせてもよい。すなわち、最適伝搬パス決定に至るまでの途中の処理結果を基地局1に送信し、最終的な伝搬パス決定を基地局1の内部で行ってもよい。このようにすると端末3の負担が軽減され、端末3の小型・軽量化、低価格化および低消費電力化を図ることができる。また、この点は以降述べる実施形態についても同様である。

【0056】(第2の実施形態)図13は、本実施形態における端末3の内部構成を示すブロック図である。図1中に示した端末3の構成要素と相対応する部分に同一の参照符号を付して相違点を中心に説明すると、本実施形態では記憶部39が新たに追加されている。この記憶部39は、ランク付け部36から出力される各伝搬パスの品質を表すランク情報を記憶するものである。

【0057】ランク付け部36には、スペクトル測定部35からのスペクトル測定結果と共に、記憶部39に記憶されている過去のランク情報も入力される。そして、ランク付け部36では新たなスペクトル測定結果と過去の伝搬パスのランク情報を基にして伝搬パスのランクを更新する。更新された伝搬パスのランク情報は、再び記憶部39に記憶される。こうして更新された伝搬パスのランク情報は最適伝搬パス決定部37に入力され、最適伝搬パス決定部37では更新後のランクが最も高い伝搬パスが最適伝搬パスとして決定される。

【0058】以後の処理は第1の実施形態と同様であり、パス情報発生部38から最適伝搬パス決定部37で決定された最適伝搬パスを示すパス情報が発生され、送受信回路31およびスイッチ30を経て端末アンテナ4から基地局1に向けて送信される。

【0059】このように本実施形態によると、端末3においてスペクトル測定を複数回繰り返し行い、伝搬パスのランクを逐次更新することができるため、伝搬パスの品質をより正確に測定することが可能となり、これによって最適伝搬パスをより高い信頼性で決定することができる。

【0060】(第3の実施形態)図14は、本実施形態における端末アンテナと端末3の内部構成を示す図である。図1中に示した端末3の構成要素と相対応する部分に同一の参照符号を付して相違点を中心に説明すると、本実施形態では端末アンテナが複数の指向性アンテナ(以下、端末用指向性アンテナという)4-1, 4-2, 4-3, 4-4によって構成されている。また、端末3の内部に設けられたスイッチ30aは、送受信の切り替えとデータ通信時および伝搬パスの品質測定時の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4の切り替えも行う。さらに、本実施形態においても第2の実施形態と同様に、ランク付け部36からのランク情報を記憶する記憶部39が設けられている。

【0061】本実施形態の動作は、次の通りである。端末3においては、端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4のうちのいずれか一つで測定フィールドが受信され、測定フィールドの既知信号系列である連続波がスイッチ30aを介して同期回路33に入力されて同期回路33で測定フィールドの同期が取られると、スイッチ30aが端末用指向性アンテナ4-1で受信された連続波を周波数分析部34に入力するように切り替えられる。

【0062】周波数分析部34では、入力される連続波について高速フーリエ変換を行い、時間軸上の信号を周波数スペクトル信号に変換する。この周波数スペクトル信号はスペクトル測定部35に入力され、スペクトル測定が行われる。このスペクトル測定結果はランク付け部36に入力され、ランク付け部36はスペクトル測定結果に基づいて基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末用指向性アンテナ4-1との間の伝搬パスの品質のランク付けを行い、各伝搬パスのランクを示すランク情報を出力する。このランク情報は、記憶部39に記憶される。

【0063】次に、スイッチ30aが切り替えられ、他の端末用指向性アンテナ4-2, 4-3, 4-4で受信された連続波についても同様に周波数分析部34による周波数スペクトル信号への変換、スペクトル測定部35によるスペクトル測定、ランク付け部36でのランク付けが順次行われ、ランク情報が記憶部39に記憶される。

【0064】こうして全ての端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4を用いた場合についてランク情報の記憶が完了すると、最適伝搬パス決定部37において記憶部39に記憶されたランク情報のうち最も高いランクを与える伝搬パスが最適伝搬パスとして決定され、その最適伝搬パスを示すパス情報がパス情報発生部38で発生されて、送受信回路31およびスイッチ30を経て端末アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4のいずれか一つ、または複数のアンテナから基地局1に向けて送信される。

【0065】このように本実施形態によれば、端末アンテナが無指向性アンテナでなく複数の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4で構成されている場合において、最適伝搬パスを決定し選択することができる。

【0066】また、本実施形態においてもこれまでの実施例と同様に、複数の基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4から同時に異なる周波数の連続波を送信することによって、端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4を一個ずつ切り替えて伝搬パスの測定を行う場合でも、端末用指向性アンテナの数に相当する回数（この例では4回）だけ基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4からの連続波の同時送信を行うことで全ての伝搬パスの品質測定およびそれに基づくランク付けが可能となり、最適伝搬パスの選択に要する時間を大幅に短縮することができる。

【0067】（第4の実施形態）図15は、本実施形態における端末アンテナと端末3の内部構成を示す図である。図1中に示した端末3の構成要素と相対応する部分に同一の参照符号を付して相違点を中心に説明すると、本実施形態では図14に示した実施形態と同様に端末アンテナが複数の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4によって構成されている。また、端末3の内部に設けられたスイッチ30aは、送受信の切り替えを行うと共に、データ通信時の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4の切り替えも行う。

【0068】そして、本実施形態では端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4にそれぞれ対応して個別に周波数分析部34-1, 34-2, 34-3, 34-4およびスペクトル測定部35-1, 35-2, 35-3, 35-4が設けられている。

【0069】本実施形態の動作は、次の通りである。端末3においては、端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4によって測定フィールドの既知信号系列である連続波が受信され、同期回路33に入力されて同期回路33で測定フィールドの同期が取られると、端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4で受信された連続波が周波数分析部34-1, 34-2, 34-3, 34-4にそれぞれ入力される。周波数分析部34-1, 34-2, 34-3, 34-4では、それぞれ入力される連続波について高速フーリエ変換を行い、時間軸上の信号を周波数スペクトル信号に変換する。これらの周波数スペクトル信号はスペクトル測定部35-1, 35-2, 35-3, 35-4にそれぞれ入力され、スペクトル測定が行われる。これらのスペクトル測定結果はランク付け部36aに入力される。

【0070】ランク付け部36aでは、基地局1の基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末3の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4の組み合わせに対応する全ての伝搬パス（この

例では、 $4 \times 4 = 16$ 個の伝搬パス）の品質のランク付けが行われ、ランク情報が出力される。このランク付け部36aから出力されるランク情報は最適伝搬パス決定部37に入力され、ランクが最も高い伝搬パスが最適伝搬パスとして決定される。

【0071】以後の処理は、第1～第3の実施形態と同様であり、パス情報発生部38から最適伝搬パス決定部37で決定された最適伝搬パスを示すパス情報が発生され、送受信回路31およびスイッチ30aを経て端末3の端末用指向性アンテナアンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4のいずれか一つ、または複数のアンテナから基地局1に向けて送信される。

【0072】このように本実施形態によると、端末アンテナが複数の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4で構成されている場合において、全ての端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4について同時に伝搬パスの品質測定、ランク付けを行うことができ、最適なパスを決定し選択するために必要な動作時間が大幅に短縮される。

【0073】（第5の実施形態）次に、図16に示すフローチャートを参照して、第3および第4の実施形態に示したように端末アンテナが複数の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4（4-m、 $m=1, 2, 3, 4$ ）により構成され、基地局1の複数の基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末3の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4との間の各伝搬パスの品質をN回ずつ測定することによって、最適伝搬パスを決定し選択する場合の最適選択パス選択の手順について説明する。

【0074】まず、端末3では伝搬パスの測定回数をカウントするカウンタの値（測定回数カウンタ値） $n$ を1にセットする（ステップS201）。次に、測定フィールド期間の既知信号系列が端末用指向性アンテナ4-1を介して受信され、測定が行われるように、 $m=1$ にセットする（ステップS202）。

【0075】測定フィールド開始時刻になると、基地局1の全ての基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4から、既知信号系列である周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の連続波が同時に送信される（ステップS203）。

【0076】こうして送信された周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4$ の連続波は、それぞれ固有の伝搬パスを通過して端末3の端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4に到達し、受信される。受信された連続波は測定フィールドの開始時刻と同期がとられる（ステップS204）。測定フィールド終了後、端末3では周波数分析部において入力される連続波について高速フーリエ変換が行われて時間軸上の信号が周波数スペクトル信号に変換され（ステップS205）、さらにこの周波数スペクトル信号のスペクトル測定、すなわち基地局用指向

性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末用指向性アンテナ4-1との間の伝搬パスの品質測定が行われる(ステップS206)。

【0077】次に、ステップS206で得られたスペクトル測定結果に基づいて、基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末用指向性アンテナ4-1との間の伝搬パスの品質(端末3から見た場合は、受信品質)と、過去の $n-1$ 回の伝搬パスの品質の測定結果を基にして、伝搬パスのランク付けが行われ(ステップS07)、各伝搬パスのランクを示すランク情報が記憶される(ステップS208)。

【0078】以後、ステップS208の処理が終了する毎に $m$ が1インクリメントされ(ステップS210)、端末3の他の端末用指向性アンテナ4-2, 4-3, 4-4についてもステップS203~S208の手順が繰り返される。そして、ステップS209で $m=4$ になると、つまり基地局1の各基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末3の全ての基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4との間の伝搬パスの品質の1回目の測定結果のランク付けが終了すると、ステップS211に進む。

【0079】以後、測定回数カウンタ値 $n$ が1インクリメントされ(ステップS212)、その度にステップS202~S209の手順が繰り返される。そして、ステップS211で $n=N$ になると、すなわち基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4と端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4との間の各伝搬パスの品質測定とランク付けが $N$ 回終了すると、ステップS208で記憶された $N$ 回分のランク付け結果であるランク情報から、最もランクの高い、すなわち最も品質の高い伝搬パスが最適伝搬パスとして決定される(ステップS213)。そして、この最適伝搬パスを示すパス情報が発生され、端末用指向性アンテナ4-1, 4-2, 4-3, 4-4のいずれか一つ、または複数のアンテナから基地局1に向けて送信される。

【0080】基地局1では、基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4のいずれか、または別途用意された無指向性アンテナを介して端末3からのパス情報を受信し(ステップS215)、このパス情報に基づき最適伝搬パスを選択する(ステップS216)。すなわち、ステップS216では4つの基地局用指向性アンテナ2-1, 2-2, 2-3, 2-4のうち最適伝搬パスに対応する一つが端末3とのデータ通信用のアンテナとして選択される。

【0081】このように本実施形態では、基地局から端末への既知信号系列の送信と複数の伝搬パスの品質測定およびランク付けを全ての伝搬パスに対して複数回ずつ繰り返し行った後に最適伝搬パスを決定することにより、伝搬環境に変動による伝搬パスの品質測定の影響が軽減され、最適伝搬パスの選択の信頼性が向上する。こ

の場合、既知信号系列の送信は伝搬パスの品質測定の回数だけ行えばよく、従来の複数回の測定を行う方法に比較して測定に要する時間を大きく短縮できるという利点がある。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば複数の基地局用指向性アンテナを有する基地局と複数の無線端末との間、あるいは複数の基地局用指向性アンテナを有する基地局と複数の端末用指向性アンテナをそれぞれ有する複数の無線端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、複数の基地局用指向性アンテナを介して同時に周波数の異なる既知信号系列を端末に送信し、端末で受信した既知信号系列を周波数分析して各周波数スペクトルから基地局と端末間の各伝搬パスの品質測定を行って各伝搬パスのランク付けを行い、このランク付けの結果に基づき最適伝搬パスを決定することにより、最適伝搬パスを短時間でかつ正確に選択することができる。

【0083】また、端末が複数の指向性アンテナを有する場合、各端末用指向性アンテナが受信した既知信号系列に対する伝搬パスの品質測定およびそれに基づくランク付けの処理を並行して行うことにより、複数の基地局用指向性アンテナからの既知信号系列の同時送信は基本的に一回だけでよいことになり、多数の伝搬パスから最適伝搬パスを選択するのに要する時間をより効率的に短縮できる。

【0084】また、複数の基地局用指向性アンテナから同時に送信される複数の既知信号系列を周波数の異なる複数の連続波とし、それらの周波数間隔を既知信号系列の送信継続時間の逆数より大きく、かつ複数の伝搬パスの伝搬遅延時間差の逆数よりも十分に小さな値に設定することにより、搬パスの距離差によって生じる伝搬遅延時間差の影響や、周波数の違いによって生じる各伝搬パスの歪み量の差の影響を受けることなく伝搬パスの品質測定を正確に行うことが可能となり、最適伝搬パスの選択の信頼性がより向上する。

【0085】また、周波数の異なる連続波からなる複数の既知信号系列の周波数分析を高速の処理が可能な高速フーリエ変換により行い、その際、高速フーリエ変換窓の大きさを各連続波の周波数間隔の逆数に設定することにより、各々の基地局用指向性から送信される各連続波の高速フーリエ変換後の直交性を保持して伝搬パスの品質測定をより正確に行うことが可能となる。

【0086】また、複数の既知信号系列である各連続波の周波数を通信に用いるキャリア周波数と等しいかまたはキャリア周波数に近い周波数に選ぶことにより、データの通信周波数帯における伝搬パスの品質測定が可能となり、これに基づき伝搬パスを決定することによって、実際のデータ通信時における通信品質を効果的に高めることができる。

【0087】さらに、基地局から端末への既知信号系列の送信と複数の伝搬パスの品質測定およびランク付けを全ての伝搬パスに対して複数回ずつ繰り返し行った後に最適伝搬パスを決定するようにすれば、人間の移動などに起因する伝搬環境に変動による伝搬パスの品質測定の影響が軽減され、最適伝搬パスの選択の信頼性が向上すると共に、既知信号系列の送信は伝搬パスの品質測定の回数だけ行えばよく、従来の複数回の測定を行う方法に比較して測定に要する時間を大幅に短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図

【図2】同実施形態における基地局アンテナおよび連続波発生部の構成例を示す図

【図3】同実施形態における周波数分析部の構成例を示すブロック図

【図4】同実施形態における最適伝搬パス選択手順を示すフローチャート

【図5】同実施形態における測定フィールドの既知信号系列である連続波を示す図

【図6】同実施形態における端末で受信される既知信号系列である連続波の周波数スペクトルを示す図

【図7】同実施形態における端末で受信される既知信号系列である連続波の受信信号波形を示す図

【図8】同実施形態における周波数軸上の歪みと既知信号系列である連続波の周波数の関係を示す図

【図9】同実施形態における端末で受信される既知信号系列である連続波の受信電力スペクトルを示す図

【図10】同実施形態における端末で受信される既知信号系列である連続波の受信電力スペクトルを示す図

【図11】同実施形態におけるデータの周波数帯と既知信号系列である連続波の周波数との関係を示す図

【図12】同実施形態における高速フーリエ変換窓と既知信号系列である連続波の周波数間隔との関係を示す図

【図13】本発明の他の実施形態における端末の構成を示すブロック図

【図14】本発明の別の実施形態における端末の構成を

示すブロック図

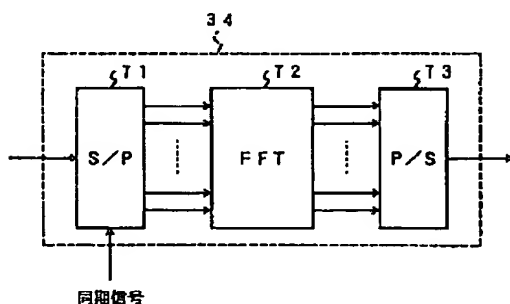
【図15】本発明のさらに別の実施形態における端末の構成を示すブロック図

【図16】同実施形態における最適伝搬パス選択手順を示すフローチャート

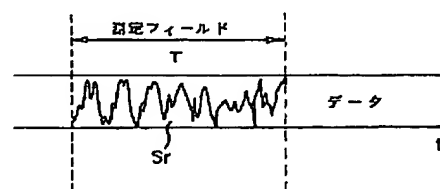
【符号の説明】

- 1…無線基地局
- 2…基地局アンテナ
- 2-1～2-4…基地局用指向性アンテナ
- 3…無線端末
- 4…端末アンテナ
- 4-1～4-4…端末用指向性アンテナ
- 10…スイッチ
- 11…基地局送信回路
- 12…基地局受信回路
- 13…連続波発生部
- 14…最適伝搬パス選択部
- 30, 30a…スイッチ
- 31…端末送信回路
- 32…端末受信回路
- 33…同期回路
- 34, 34-1～34-4…周波数分析部
- 35, 35-1～35-4…スペクトル測定部
- 36, 36a…ランク付け部
- 37…最適伝搬パス決定部
- 38…パス情報発生部
- 39…記憶部
- 41～42…発振器
- 50…周波数シンセサイザ
- 51～54…乗算器
- 55…発振器
- 56～58…フィルタ
- 71…直列／並列変換器
- 72…高速フーリエ変換器
- 73…並列／直列変換器
- 111…測定フィールド
- 112…高速フーリエ変換窓

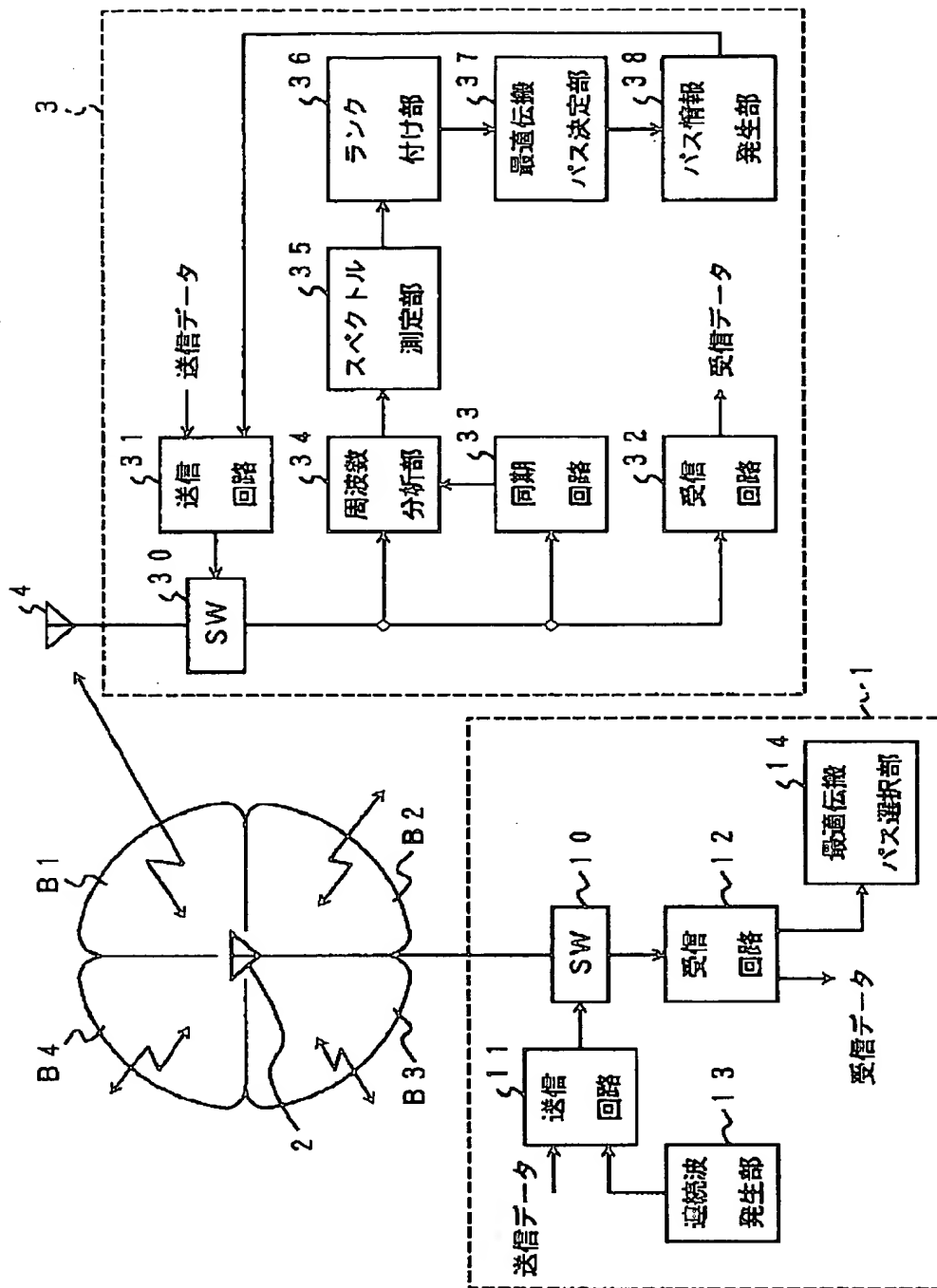
【図3】



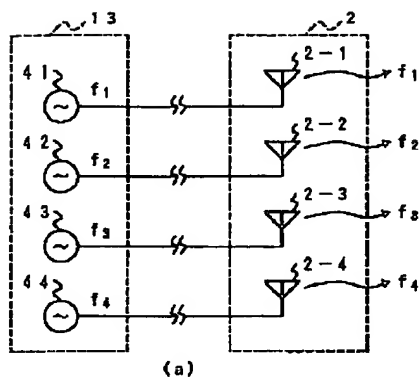
【図5】



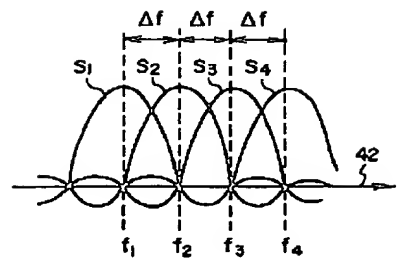
【図1】



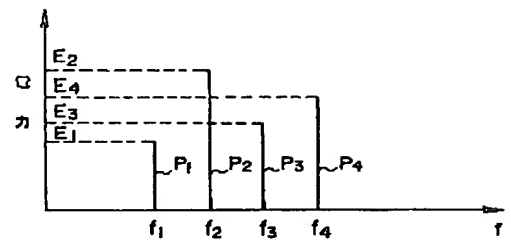
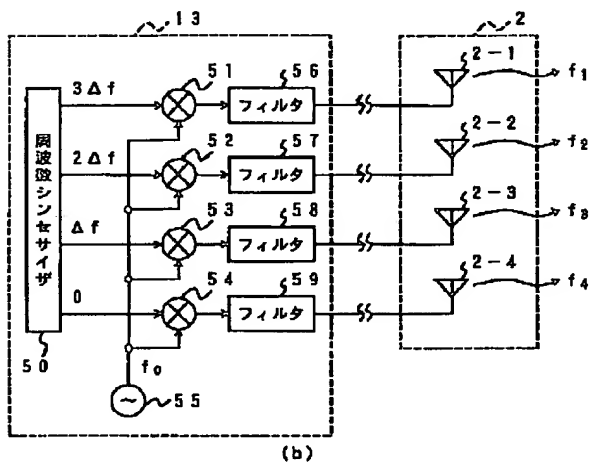
【図2】



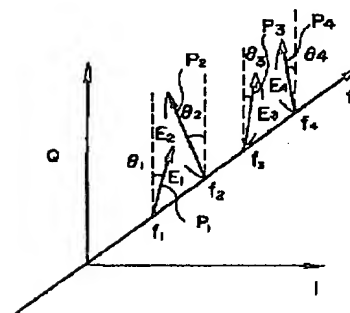
【図6】



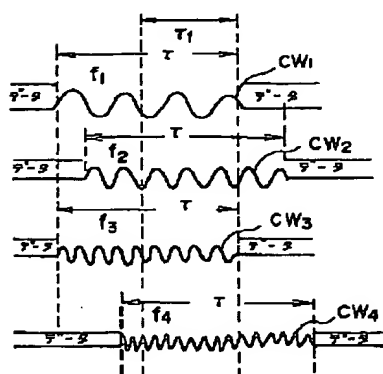
【図9】



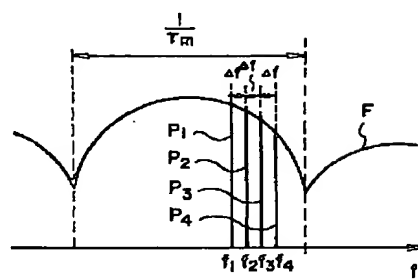
【図10】



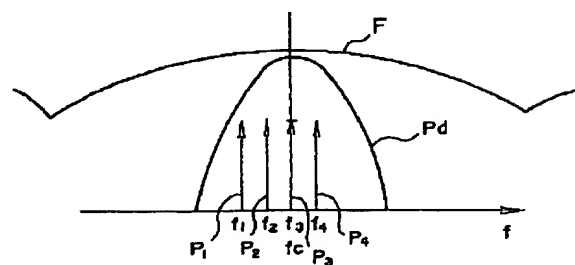
【図7】



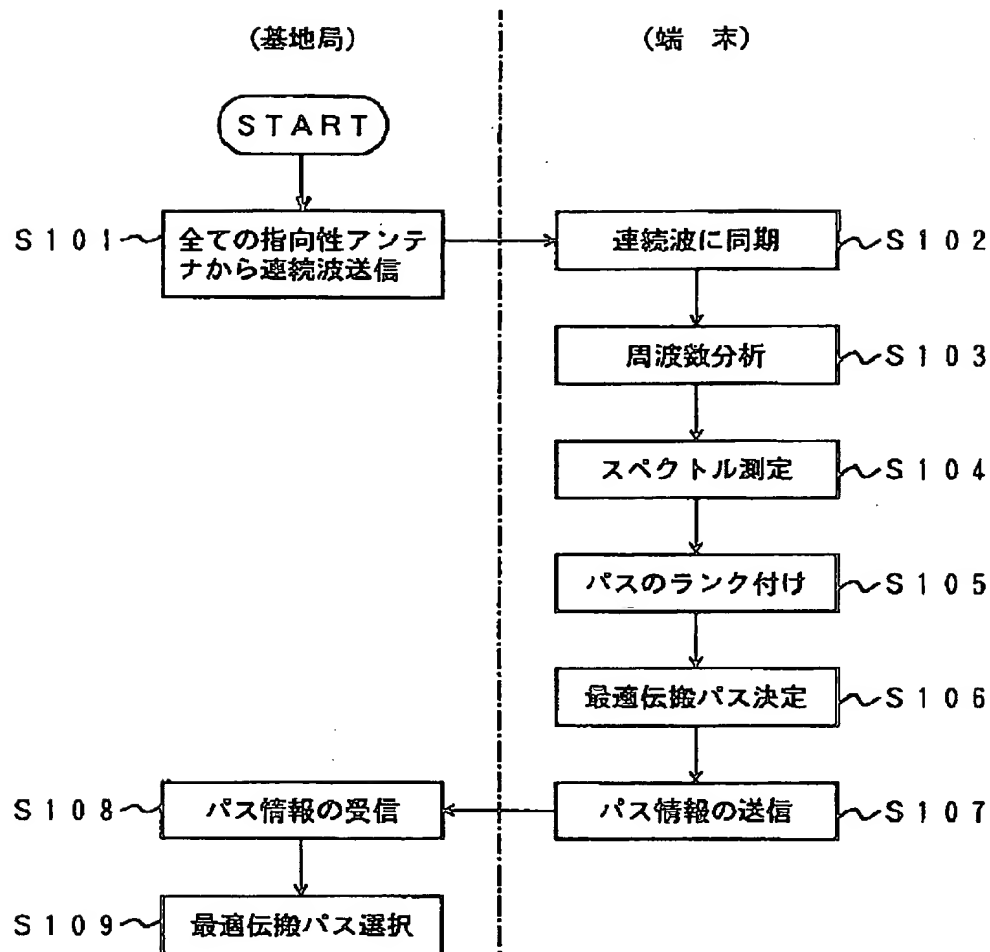
【図8】



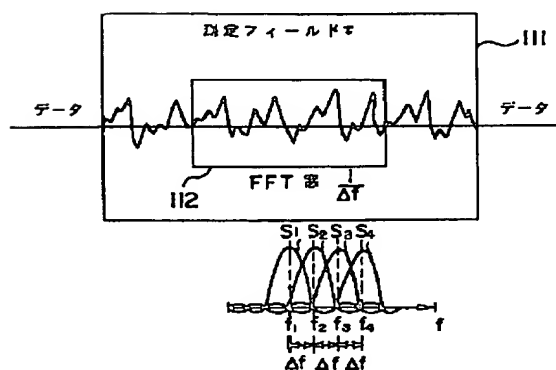
【図11】



【図4】

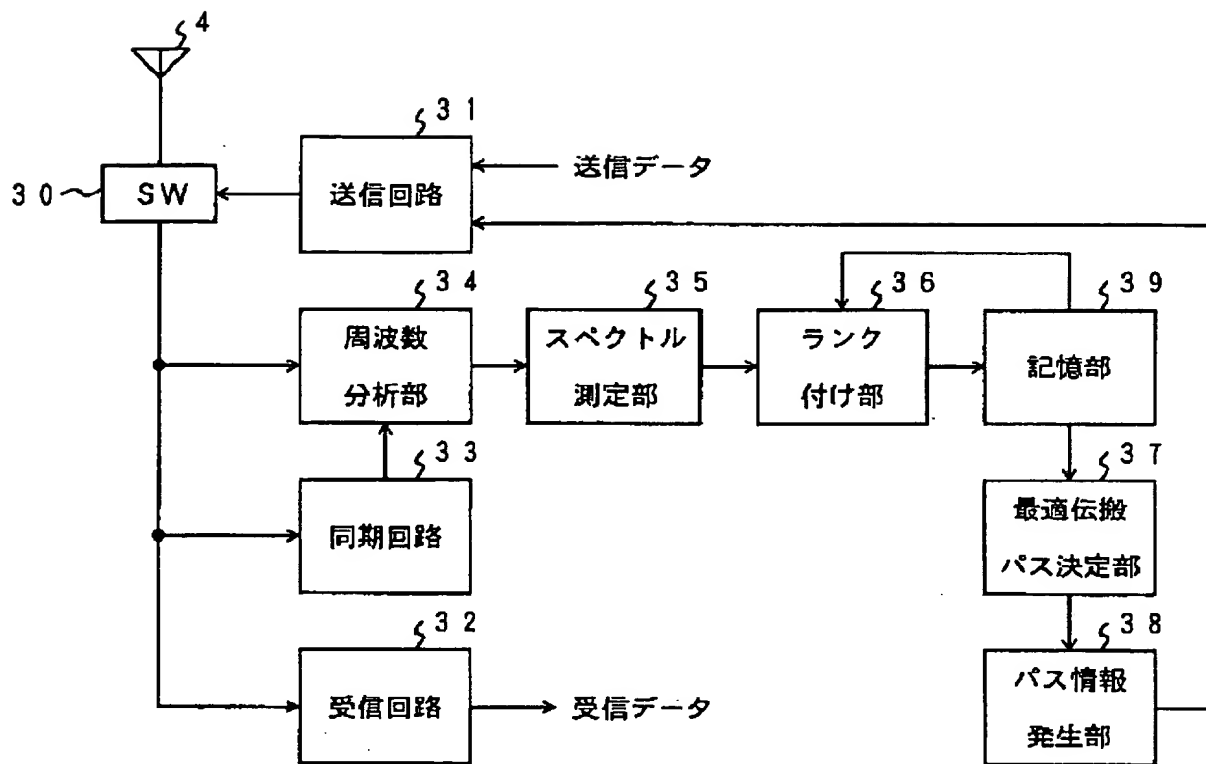


【図12】

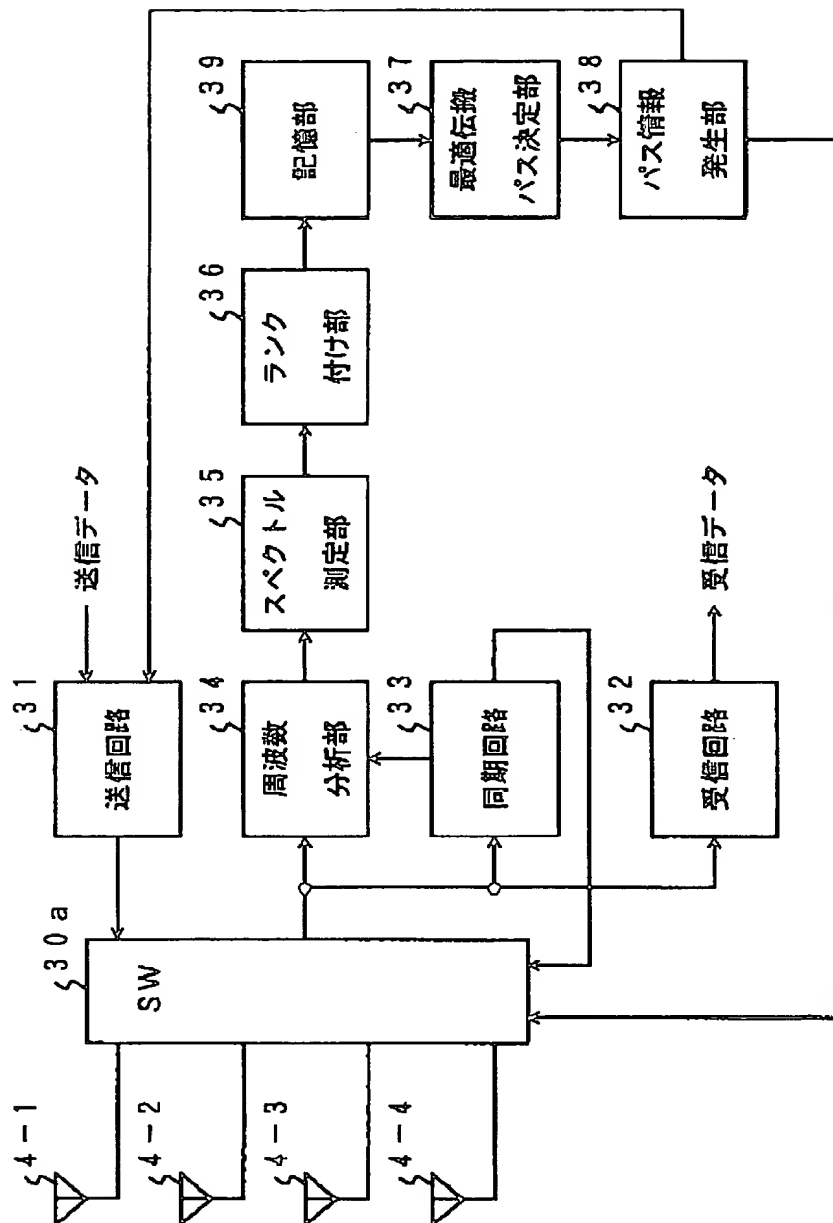




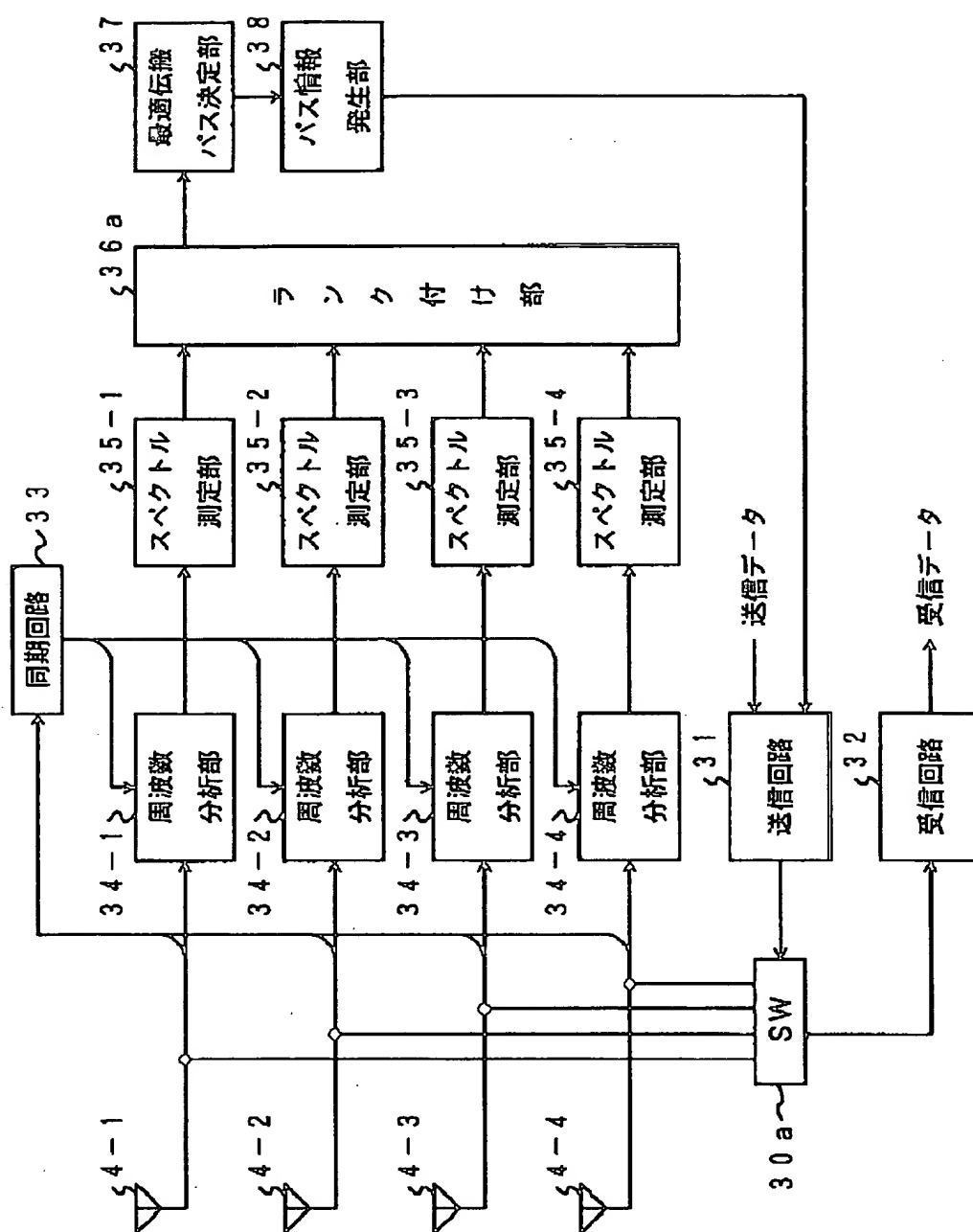
【図13】



【図14】



【图 15】



【図16】

